

# COVID-19 影響下での利用動向に基づく全学無線 LAN 整備

福田 豊<sup>1,a)</sup> 佐藤 彰洋<sup>1</sup> 中村 豊<sup>1</sup> 和田 数字郎<sup>2</sup>

**概要:** 本稿では, COVID-19 の影響が出始めた 2019 年以降の九州工業大学における全学無線 LAN の利用状況と, 利用動向の変化に基づく図書館への Access Point (AP) 増設について報告する. これまで順調に増加してきた全学無線 LAN の 1 日の平均利用者は, 緊急事態宣言が発出された 2020 年に大きく減少した. 2021 年は前年よりも増加したが, それでも平均利用者数は COVID - 19 流行前の 2019 年の約 55 % であった. 続く 2022 年に入ると, COVID-19 患者が急増した第 6, 7 波期間中に遠隔講義が実施された. 遠隔講義が主であった以前とは異なり, 受講箇所は講義室に限定されなくなったため, 学生は各自受講しやすい箇所でも講義に参加するようになった. この滞在箇所の変化により, 図書館の無線 LAN 利用者は急増し同時接続数の最大が 100 を超える AP が観測されるようになった. そこでこの増加に対応するために利用者が増加した場所を調査して AP を増設し, 増設後のログ分析より, AP の負荷を軽減できていることを確認した.

**キーワード:** キャンパス無線 LAN, 利用動向, COVID-19

## Improvement of the Campus Wireless LAN based on the usage trend under COVID-19

YUTAKA FUKUDA<sup>1,a)</sup> AKIHIRO SATOH<sup>1</sup> YUTAKA NAKAMURA<sup>1</sup> SUJIRO WADA<sup>2</sup>

**Abstract:** In this paper, we show the usage of the campus-wide wireless LAN at Kyushu Institute of Technology from 2019. The average number of daily users of our wireless LAN system decreased significantly in 2020 when a state of emergency was declared due to COVID-19. In 2021, the average number of users was about 55 % compared to 2019, before the COVID-19 epidemic. In the following year, 2022, restrictions on campus access were eased so that students began to attend remote lectures at their own convenient locations. This change resulted in a rapid increase in the number of users of the wireless LAN in the library, and some APs with more than 100 devices connected simultaneously were observed. Based on the survey results, we deploy additional APs in the Library in order to reduce the load, and confirmed that the maximum number of devices and average throughput were reduced.

**Keywords:** Campus Wireless LAN, Usage trend, COVID-19

### 1. はじめに

九州工業大学で COVID-19 の流行が始まる前の 2019 年 9 月に全学セキュアネットワークを更新し, 全学無線 LAN に IEEE 802.11ax 対応機材を導入するなどの整備を行った [1], [2], [3]. COVID-19 影響下では学生はキャンパスに

滞在する機会が限られたため, 2020 年の全学無線 LAN の利用者は大幅に低下した [4]. 2021 年は対面講義が増えてキャンパスに学生が戻ってきたため 2020 年よりも利用者は増加したが, 平均の利用者は 2015 年と同程度であった.

2022 年度に入ると, COVID-19 感染者が急増した第 6, 7 波期間中は遠隔講義が行われた. これまでもソーシャルディスタンスの確保や感染症対策を講じた上で, 通信環境が限られている学生に向けて一部講義室が解放されていたが, 2022 年度にはキャンパス全体に入構できるように制

<sup>1</sup> 九州工業大学 情報基盤センター

<sup>2</sup> 九州工業大学 飯塚キャンパス技術部

a) fukuda@isc.kyutech.ac.jp

限が緩和されていたため、学生は自由に受講箇所を選択できるようになった。その結果、図書館で受講する学生が増加し、図書館に設置した AP の送受信量や同時接続数は全キャンパスの中で高順位に入ることが確認されるようになった。この利用者の増加に対応するため、毎日取得している利用ログに基づいて利用箇所が多い場所を抽出し、AP (Access Point) を増設して負荷の軽減を図ることにした。

本稿では最初に本学の全学無線 LAN の概要を述べ、続いて COVID-19 流行後の利用動向について報告する。次に 2022 年度に入って増加が見られた図書館における無線 LAN 利用について、取得ログに基づいた分析と負荷軽減のための AP 増設について述べる。さらに増設前後のログ分析より負荷を軽減できていることを示す。

## 2. 全学セキュアネットワーク・無線 LAN

九州工業大学全学セキュアネットワーク・無線 LAN の現行システムでは HPE (Hewlett Packard Enterprise) 社製の無線 LAN コントローラ [5] を戸畑、飯塚キャンパスに設置し、各キャンパスの AP を収容している。2019 年 9 月の導入当初、AP は 3 キャンパス合計で 489 台であった。内訳は IEEE 802.11ax に対応した HPE Aruba AP-515[6] が 120 台 (戸畑キャンパスに 53 台、飯塚キャンパスに 67 台。主に講義室や福利施設等の利用者が多い箇所を中心に設置)、その他 IEEE 802.11ac 対応の AP (主に HPE Aruba AP-220/AP-300 シリーズ) が 369 台であった。なお、導入当初から全 AP は IEEE 802.11ac 以降の規格に対応しており、IEEE 802.11b を除いた IEEE 802.11a/g/n/ac/ax での接続を提供している。

COVID-19 感染症の流行が本格化した 2020 年は、主に戸畑キャンパスの一部講義室で遠隔講義への対応強化のため、AP の増設と IEEE 802.11ax に対応した AP-515 への交換を行い、年度末の合計 AP 数は 498 台となった。2021 年は若松キャンパスの AP を全て IEEE 802.11ax 対応の AP-515 に置き換え、要望が高かった箇所を中心に設置台数を 40 台から 65 台へと増やした。また大学事務の端末更新に合わせて事務局管理の部屋や、新築された建屋 (飯塚キャンパスの PORTO 棟)、改修された建屋 (戸畑キャンパスでは旧体育館を改修した Gym Labo。飯塚キャンパスでは研究棟) に AP を設置した。年度末での合計 AP 数は 555 台であった。2022 年は飯塚キャンパスの研究棟の建屋改修に伴う AP 設置が進んでおり、2023 年 2 月 1 日時点の合計 AP 数は 603 台となっている。現在の無線 LAN システム構成図は図 1 に示す通りである。

## 3. 利用状況 (2019 ~ 2021 年度)

本章では特に 2019 ~ 2021 年度までの利用状況について述べる。図 2, 3 に各年度内におけるユニークな接続端

末と利用者数を示す。図 2 より学内全体の端末数を見ると、COVID-19 の影響が本格化した 2020 年度は前年よりも約 20 % 増加している。この要因としては、COVID-19 影響下で遠隔講義やリモートワークを円滑に行っていくために、様々な端末を試行したことが考えられる。

次に図 3 より、2020 年度の利用者数は 2019 年度と比較して若干減少している。これは留学生が来日できなかったことや、学外利用者が減少したためだと考えられる。実際、学外からの訪問者が利用する eduroam や学外者用 SSID の利用者数は 2020 年度以降、それ以前の半分以下となっている。なお、本学で全学無線 LAN を利用できるアカウント数は約 7,000 であり、図 3 より 2019 年度以降はほぼ全てのアカウントが全学無線 LAN を利用していることがわかる。

続いて図 4, 5 に 1 日の平均接続端末数と平均利用者数を示す。両図より 2020 年度は前年度と比較して全体の平均端末数は約 50 %、平均利用者数は約 45 % となっている。平均利用者数は 2015 年度とほぼ同じ水準まで低下している。また 2020 年度について図 4, 5 を図 2, 3 と比較してみると、年間を通じてほぼ全ての学生や教職員はキャンパスに入構しているが、遠隔講義やリモートワークの推進により 1 日あたりの入構者数は大幅に減少していることがわかる。

一方、2021 年度には全体の平均端末数は 2019 年度と比較して約 68 %、平均利用者数は約 55 % まで回復しており、対面講義の増加によってキャンパスに学生や教職員が戻ってきたことが読み取れる。更に図 4, 5 より 2021 年度の利用状況をキャンパス間で比較してみると、利用の増加は戸畑キャンパスの方が大きい。これは工学部が設置された戸畑キャンパスは実機を用いた実習や実験などで対面を必要とする機会が多く、情報工学部が設置された飯塚キャンパスは遠隔講義に切り替えやすい講義が多かったためではないかと考えられる。

## 4. 図書館の無線 LAN AP の増設

2 章では主に建屋の改修や所掌する部局より依頼を受けて行った AP 増設について述べた。これに対して本章では、利用動向調査に基づいた AP 増設について述べる。

### 4.1 図書館における利用増加と AP 増設

全学セキュアネットワーク・無線 LAN では、無線 LAN コントローラで取得している認証ログに加えて、統合管理ソフトウェア AirWave[7] により AP やキャンパス単位で転送量や最大接続数などの利用情報を取得している。この AirWave により取得している利用情報の上位には、これまで主に生協や講義室に設置した AP が入ることが多かった。しかし 2022 年度に入ってからは、戸畑、飯塚各キャンパスにある図書館の AP が上位に入るようになった。日

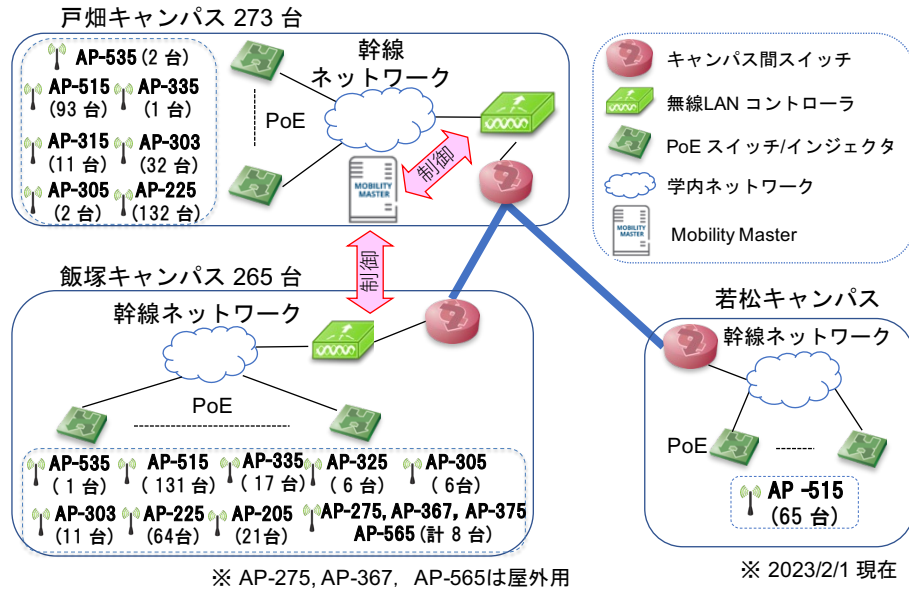


図 1 無線 LAN 構成図 (2023 年 2 月 1 日現在)

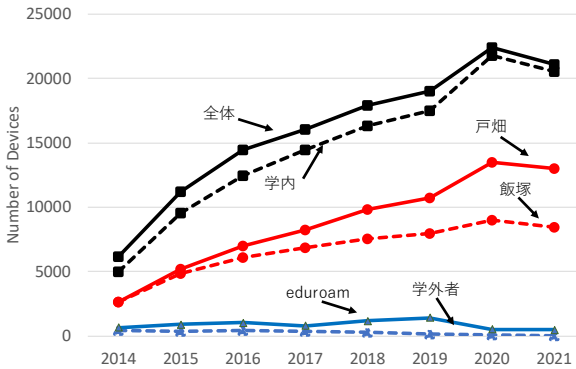


図 2 ユニークな端末数 (2014-2021 年度)

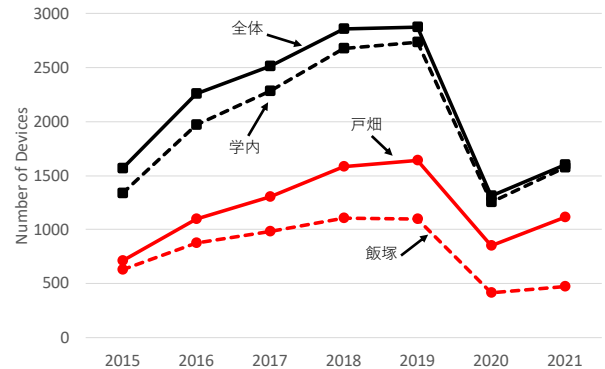


図 4 平均接続端末数 (2014-2021 年度)

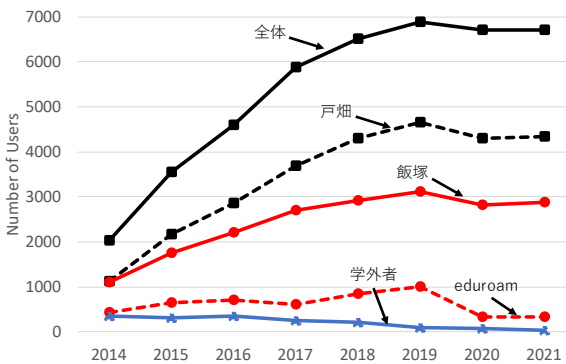


図 3 ユニークな利用者数 (2014-2021 年度)

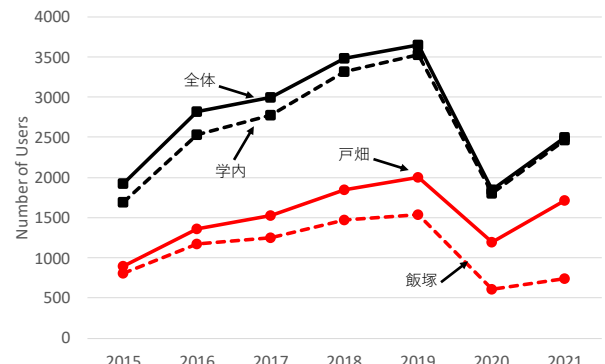


図 5 平均利用者数 (2014-2021 年度)

表 1 増設前の図書館 AP 数

|         | 1F | 2F | 3F | 4F |
|---------|----|----|----|----|
| 戸畑キャンパス | 2  | 2  | 2  | 1  |
| 飯塚キャンパス | 1  | 3  | 2  | -  |

表 2 増設後の図書館 AP 数

|         | 1F | 2F | 3F | 4F |
|---------|----|----|----|----|
| 戸畑キャンパス | 4  | 5  | 4  | 2  |
| 飯塚キャンパス | 1  | 4  | 4  | -  |

によって変動はあるものの最大接続数は 100 以上、1 日のデータ量は 1 TByte を超えることもあった。

そこで実際の現場で利用状況を観察すると、多くの学生が zoom による遠隔講義を受講したり、オンライン学習基盤である Moodle[8] で自主学習していることがわかった。COVID-19 流行が始まった当初、キャンパスへの入構は制限されており、一部の講義室のみ受講箇所として解放されていた。しかし 2022 年度には入構制限は緩和されていたため、学生は自由に受講箇所を選択できるようになった。図書館は静謐で学習しやすい環境であることや、比較的キャンパスの中央に位置して利便性が高いことから、利用者が増加したものと考えられる。

この利用者増を受けて、学生に対して少しでも良好な通信環境を提供するため、両図書館への AP 増強を検討することにした。2022 年度当初、各図書館に設置していた AP 数は表 1 の通りである。取得したログの分析より、戸畑キャンパスの利用者は閲覧スペースがある 1 - 3 階に集中していた。そこで、既存 AP を移設して位置のバランスを取りながら閲覧スペースに AP を増設し、全館合計で 15 台まで増やした。

一方、飯塚キャンパスの図書館は傾斜地に位置しており、1F は主に書架スペースで 2 階に入り口が設けられているため、主な利用場所は 2、3 階であった。そこで既設 AP の位置を考慮して増設を行い、全館合計で 9 台まで増やした。増設後の AP 数は表 2 に示す。なお、当初は設置する AP として IEEE 802.11ax 対応の AP-515 を予定していたが、半導体不足により機材確保は大幅に遅れることが判明した。そのため 2022 年 9 月に行った増設工事では 2021 年度の若松キャンパス AP 更新により余剰となった AP-225 を設置し、AP-515 が納品され次第交換することにした。

#### 4.2 増設による負荷軽減の検証

本節では増設前後の利用動向から、負荷軽減効果を確認する。図 6、7 に図書館の階ごとに平均を取った最大同時接続を示す。図 6 より、戸畑キャンパスの図書館は 2022 年度に入ると 1、3 階の最大同時接続数の平均は 80 を超えている。しかし 9 月に AP を増設してからはいずれの階でも 40 以下に下がっており、増設による負荷軽減効果は

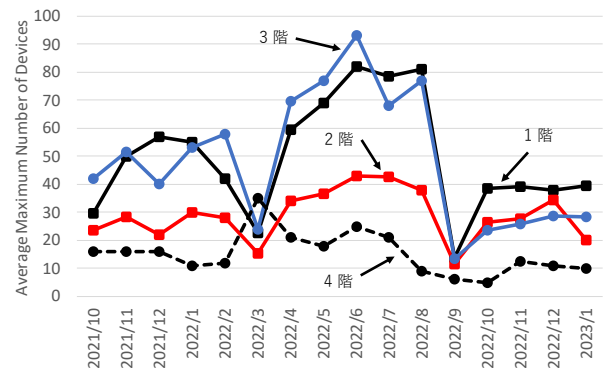


図 6 戸畑キャンパス図書館 最大接続数の平均 (各階)

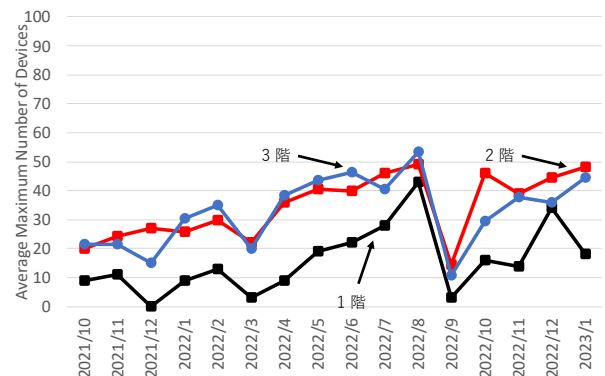


図 7 飯塚キャンパス図書館 最大接続数の平均 (各階)

明らかである。

それに対して図 7 より飯塚キャンパスの図書館では、増設後も 2、3 階の最大接続数の平均は増設前と同程度である。AP を増設しても平均数は変わらなかったことから、10 月からの後期は利用者がさらに増えたと推測できる。この原因としては他建屋改修の影響で一部の講義が図書館で行われていることが考えられる。

次に図 8、9 に図書館の各階で集約した平均スループットを示す。両図より狙い通り平均スループットは増設前よりも下がっている。もちろん更新前と全く同じ利用状況ではないものの、AP あたりの接続数やスループットの負荷は軽減できたことがわかった。

一方で図 8、9 よりキャンパス間で比較すると、最も平均スループットが高いのは飯塚キャンパス図書館 3 階であった。これは前述した講義の影響であると考えられる。よって今後も接続数やスループットを継続的に監視し、必要に応じて AP の増設を検討する予定である。

#### 5. まとめ

本稿では、2019 ~ 2021 年の九州工業大学における全学無線 LAN の利用状況と、利用動向の変化に基づく図書館への AP 増設について報告した。COVID-19 の影響が本

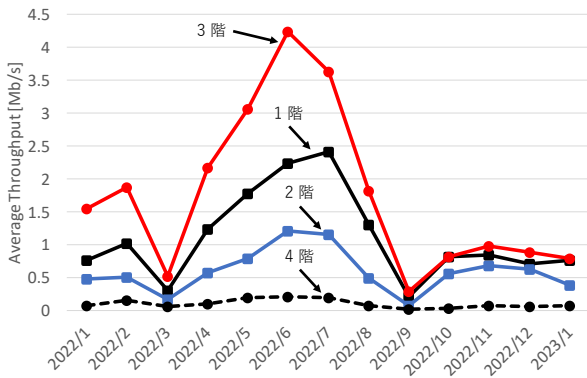


図 8 戸畑キャンパス図書館 平均スループット (各階)

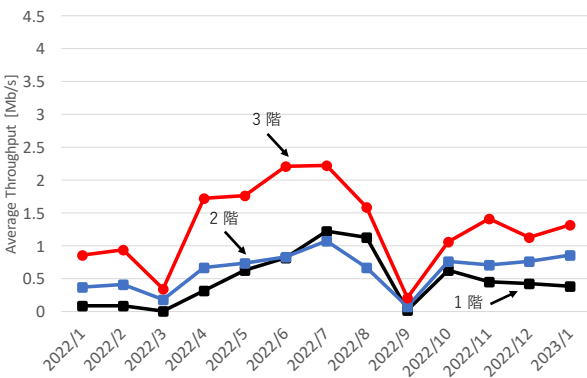


図 9 飯塚キャンパス図書館 平均スループット (各階)

格化した 2020 年度のユニークな利用者数は、キャンパスへの入構や留学生の来日が制限されたことから、前年度と比較して若干減少していたが、接続されたユニークな端末は前年よりも増加していた。一方、2020 年度の 1 日の平均接続端末数と利用者数は、前年度と比較して約半分に減少していた。よって年間を通してはほぼ全ての学生や教職員はキャンパスに入構したが、遠隔講義やリモートワークの推進により 1 日あたりの入構者数は大幅に減少していた。続く 2021 年度は前年度よりも全体の平均端末数や平均利用者数は 20 % 以上回復しており、対面講義の増加によってキャンパス内での教育研究活動が徐々に活発化していることがわかった。また利用状況をキャンパス間で比較したところ、工学部が設置された戸畑キャンパスの方が増加幅は大きいことがわかった。これは対面講義が必要である実習実験数の差が影響しているためだと考えられる。さらに 2022 年度に入ると、戸畑、飯塚キャンパスの図書館で全学無線 LAN の利用者が上がっていることがログ分析より明らかになった。そこでこの増加に対して AP の負荷を軽減して学生の講義環境を改善するため、利用者が増加した場所を調査して AP を増設した。増設後のログ分析より負荷の軽減を確認できたが、飯塚キャンパスの図書館では無線 LAN 利用の増加傾向が見られたため、引き続き経過

を注視して AP 増設を検討していく予定である。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP20K11769 の助成を受けたものである。ここに謝意を表す。

## 参考文献

- [1] 中村豊, 佐藤彰洋, 福田豊, 和田数字郎, 岩崎宣仁: 九州工業大学における全学セキュア・ネットワークの更新 (2019 年度における更新について), 研究報告インターネットと運用技術 (IOT), Vol. 2020-IOT-48, No. 28, pp. 1-6 (2020).
- [2] 福田豊, 中村豊, 佐藤彰洋, 和田数字郎: 九州工業大学全学ネットワークの更新に向けた無線 LAN 利用動向調査, デジタルプラクティス, Vol. 11, No. 3, pp. 636-656 (2020).
- [3] 福田豊, 中村豊, 佐藤彰洋, 和田数字郎, 岩崎宣仁: 無線 LAN 利用状況調査に基づいて策定した改善策の検証, デジタルプラクティス, Vol. 3, No. 3, pp. 1-9 (2022).
- [4] 福田豊, 佐藤彰洋, 畑瀬卓司, 中村豊, 和田数字郎: COVID-19 下の無線 LAN と VPN の利用状況-九州工業大学の場合, インターネットと運用技術シンポジウム論文集, Vol. 2020, pp. 113-114 (2020).
- [5] Aruba: Aruba 7210 Specification, (online), available from (<https://www.arubanetworks.com/products/wireless/gateways-and-controllers/7200-series/>) (accessed 2023-02-01).
- [6] Aruba: Aruba AP-515, (online), available from (<https://www.arubanetworks.com/products/wireless/access-points/indoor-access-points/510-series/>) (accessed 2023-02-01).
- [7] Aruba: Aruba AirWave, (online), available from (<https://www.arubanetworks.com/products/network-management-operations/airwave/>) (accessed 2023-02-01).
- [8] 敏博喜多, 茂穂屋下, 淑雅大西, 晴彦奥村, 佐季子上木, 寛木原, 理長谷川, 泰不破: Moodle の開発体制と日本の大学における管理運用事例, 教育システム情報学会誌, Vol. 32, No. 1, pp. 16-26 (オンライン), DOI: 10.14926/jsise.32.16 (2015).